

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:
(11) Publication number:
(11) Numéro de publication:

1 095 450

Internationale Anmeldung veröffentlicht durch die
Weltorganisation für geistiges Eigentum unter der Nummer:

WO 00/02311 (art.158 des EPÜ).

International application published by the World
Intellectual Property Organisation under number:

WO 00/02311 (art.158 of the EPC).

Demande internationale publiée par l'Organisation
Mondiale de la Propriété sous le numéro:

WO 00/02311 (art.158 de la CBE).


 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H03H 17/06		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/02311
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	13. Januar 2000 (13.01.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01878 (22) Internationales Anmeldedatum: 28. Juni 1999 (28.06.99) (30) Prioritätsdaten: 198 29 289.9 30. Juni 1998 (30.06.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHÖLLHORN, Peter [DE/DE]; Münchner Strasse 3 b, D-82008 Unterhaching (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: NON RECURSIVE DIGITAL FILTER AND METHOD FOR CALCULATING THE COEFFICIENTS OF SUCH A FILTER

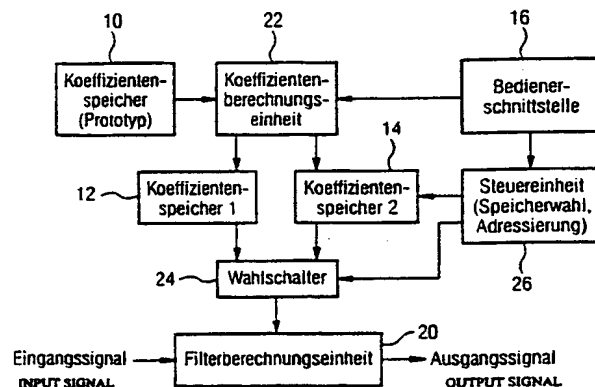
(54) Bezeichnung: NICHTREKURSIVES DIGITALES FILTER UND VERFAHREN ZUR BERECHNUNG DER KOEFFIZIENTEN DIESER FILTERS

(57) Abstract

The invention relates to a non recursive digital filter whose coefficients can be modified for adapting the frequency response from a characteristic frequency $fc1$ to another characteristic frequency $fc2$. It also relates to a method for calculating the coefficients of a non recursive digital filter for adapting the frequency response of said filter, from a characteristic frequency $fc1$ to another characteristic frequency $fc2$. The coefficients of a prototype of said filter are calculated or predetermined for a given sampling frequency, the time-continuous impulse response associated to said prototype is calculated and said impulse response is sampled at the sampling frequency $fa2 = fa1 * fc1/fc2$, whereby the new coefficients are obtained. The filter can then be used with the new coefficients, at the old sampling frequency. In an alternative embodiment, the new coefficients are calculated from the coefficients of the filter prototype, the values of the time-continuous impulse response being interpolated at an interval of $1/fa2$.

(57) Zusammenfassung

Nichtrekursives digitales Filter mit zwecks Skalierung des Frequenzgangs von einer charakteristischen Frequenz $fc1$ zu einer andere charakteristischen Frequenz $fc2$ veränderlichen Koeffizienten und Verfahren zur Berechnung der Koeffizienten eines nichtrekursiven, digitalen Filters zwecks Skalierung des Frequenzgangs dieses Filters von einer charakteristischen Frequenz $fc1$ zu einer anderen charakteristischen Frequenz $fc2$, wobei die Koeffizienten eines Prototyps des Filters für eine gegebene Abtastfrequenz vorgegeben oder berechnet werden, die zu diesem Prototypen gehörige zeitkontinuierliche Impulsantwort berechnet wird und diese Impulsantwort mit der Abtastfrequenz $fa2 = fa1 * fc1/fc2$ abgetastet wird, wobei sich die neuen Koeffizienten ergeben. Das Filter kann sodann mit den neuen Koeffizienten bei der alten Abtastfrequenz betrieben werden. Alternativ können aus den Koeffizienten des Prototyps des Filters die neuen Koeffizienten berechnet werden, indem die Werte der zeitkontinuierlichen Impulsantwort im Abstand $1/fa2$ interpoliert werden.



- 10 ... KoeffizIENT MEMORy (PROTOTYPE)
- 12 ... KoeffizIENT MEMORy 1
- 14 ... KoeffizIENT MEMORy 2
- 24 ... SELECTOR SWITCH
- 16 ... USER INTERFACE
- 26 ... CONTROL UNIT (MEMORy SELECTION, ADDRESSING)
- 20 ... FILTER CALCULATION UNIT
- 22 ... KoeffizIENT CALCULATION UNIT

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

- 5 Nichtrekursives digitales Filter und Verfahren zur Berechnung der Koeffizienten dieses Filters

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein nichtrekursives digitales Filter und ein Verfahren zur Berechnung der Koeffizienten dieses Filters.

15 Zahlreiche Produkte enthalten Filter (z.B. Klangsteller eines Fernsehgerätes oder Autoradios, Frequenzweichen von Lautsprechersystemen), deren Charakteristik in Frequenzrichtung skalierbar sein muß.

20 Werden diese Filter durch digitale Signalverarbeitung realisiert, so werden üblicherweise - trotz einiger Nachteile - rekursive Filter eingesetzt. Dieser Filtertyp ist dadurch gekennzeichnet, daß er nur wenige Parameter (Koeffizienten) besitzt, die verändert werden müssen, um den Frequenzgang des Filters (z.B. zur Variation der Grenzfrequenz) zu skalieren, ohne die Abtastfrequenz des Filters verändern zu müssen.

25 Nichtrekursive digitale Filter besitzen zwar viele wesentliche Vorteile (immer stabil, konstante Gruppenlaufzeit möglich) aber auch den Nachteil, daß bei einer Skalierung des Frequenzgangs Anzahl und Werte der Koeffizienten neu berechnet werden müssen. Dies geschieht üblicherweise mit Hilfe
30 komplexer Computer-Software. Diese Methode ist für Echtzeitanwendungen zu aufwendig bzw. zu teuer.

35 Außerdem besteht prinzipiell die Möglichkeit durch Verändern der Abtastfrequenz den Frequenzgang eines digitalen Filters zu skalieren. Dieser Ansatz erfordert in der Regel allerdings

Antialiasfilter oder Dezimationsfilter mit variabler Grenzfrequenz, d.h. das Problem wird nur verlagert.

5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein nichtrekursives digitales Filter zu schaffen, welches bei konstanter Abtastfrequenz einfach skalierbar ist. Dazu soll die vorliegende Erfindung auch das erforderliche Berechnungsverfahren für die Koeffizienten dieses Filters zur Verfügung stellen.

10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Filter mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und durch die in den Ansprüchen 1 und 2 beschriebenen Verfahren gelöst.

15 Die Unteransprüche zeigen jeweils vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

Aus der Systemtheorie (Fouriertransformation) ist bekannt, daß einer Skalierung des Frequenzgangs eines Filters eine entgegengesetzte Skalierung der Impulsantwort des Filters
20 entspricht. Die Koeffizienten eines digitalen nichtrekursiven Filters (Prototyp der Frequenzcharakteristik) stellen Abtastwerte einer solchen Impulsantwort dar. Aus diesen Abtastwerten kann nun unter Vorgabe einer Abtastfrequenz f_{a1} prinzipiell der zeitkontinuierliche Verlauf der Impulsantwort
25 berechnet werden. Durch Abtasten dieses zeitkontinuierlichen Signals mit einer anderen Abtastfrequenz f_{a2} erhält man wieder Koeffizienten eines nichtrekursiven digitalen Filters. Wird dieses Filter dann mit der Abtastfrequenz f_{a1} betrieben, erhält man die gewünschte skalierte Charakteristik. Wird da-
30 bei f_{a2} größer als f_{a1} gewählt, so wird die Frequenzcharakteristik des Filters gestaucht, für f_{a2} kleiner als f_{a1} wird die Charakteristik gedehnt. Das eigentliche Problem besteht in der Interpolation der neuen Koeffizienten aus den Koeffizienten des Prototypen. Diese Interpolation entspricht der
35 Kombination aus Rekonstruktion der zeitkontinuierlichen Impulsantwort und deren Abtastung mit f_{a2} . Die Realisierungsdetails werden im folgenden im einzelnen erläutert:

$H(f)$ sei die Fourier - Transformierte der Impulsantwort $h(t)$ eines linearen Systems, kurz: $h(t) \Leftrightarrow H(f)$. Dann gilt:
 $h(a \cdot t) \Leftrightarrow \frac{1}{a} H(f/a)$, d.h. wird die Impulsantwort $h(t)$ gedehnt
5 ($a < 1$), dann wird die Transformierte $H(f)$ gestaucht und umgekehrt. Außerdem wird die Transformierte $H(f)$ mit dem Faktor $1/a$ "verstärkt".

Diese Eigenschaft bleibt prinzipiell auch nach der Abtastung
10 der Impulsantwort erhalten, solange das Abtasttheorem nicht verletzt wird. Bei Verletzung des Theorems muß darauf geachtet werden, daß die gewünschte Frequenzcharakteristik $H(f/a)$ nicht unzulässig verändert wird.

15 Nehmen wir an, ein digitales Filter werde bei der Abtastfrequenz f_{a1} betrieben und habe dann die charakteristische Frequenz (z.B. 3 dB - Grenzfrequenz eines Tiefpasses) f_{c1} . Wird dasselbe Filter nun bei der Abtastfrequenz f_{a2} betrieben, so ergibt sich die neue charakteristische Frequenz $f_{c1} =$
20 $f_{c1} \cdot (f_{a2}/f_{a1})$.

Die Berechnung der Koeffizienten eines neuen nichtrekursiven Filters aus den Koeffizienten eines vorgegebenen nichtrekursiven Filters (im folgenden Prototyp genannt) mit dem Ziel,
25 die charakteristische Frequenz von f_{c1} nach f_{c2} zu skalieren, geschieht folgendermaßen:

Schritt 1: Koeffizienten $h_1(n)$ des Prototyps für Abtastfrequenz f_{a1} berechnen
30 Schritt 2: Berechnen der zugehörigen zeitkontinuierlichen Impulsantwort $h(t)$
Schritt 3: Abtastung der Impulsantwort $h(t)$ mit der Abtastfrequenz $f_{a2} = (f_{c1}/f_{c2}) \cdot f_{a1}$
Schritt 4: Betrieb des neuen Filters mit den Koeffizienten
35 $h_2(n)$ bei f_{a1}

Um dieses Verfahren in der Praxis auch unter Echtzeitbedingungen anwenden zu können, werden die Schritte 2 und 3 zusammengefaßt, d.h. die neuen Koeffizienten werden aus den Koeffizienten des Prototyps berechnet. Dabei werden die Werte der zeitkontinuierlichen Impulsantwort $h(t)$ im Abstand $1/f_a$ interpoliert. In der Praxis bieten sich u.a. Polynome zur Interpolation an. Der Grad der Polynome ist im Prinzip beliebig. In der Praxis werden aus Aufwandsgründen nur Polynome vom Grad 0 (Halteglied), vom Grad 1 (lineare Interpolation), vom Grad 2 (quadratische Interpolation) oder vom Grad 3 (kubische Interpolation) sinnvoll sein.

Besitzt der Prototyp eine konstante Gruppenlaufzeit, so kann diese i.a. besonders nützliche Eigenschaft auf das neue Filter übertragen werden, indem das zeitkontinuierliche Filter ausgehend von der zeitlichen Mitte abgetastet wird. Besitzt der Prototyp N Koeffizienten $h_1(n)$, mit $n=0,1, \dots, N-1$, dann liegt die zeitliche Mitte von $h(t)$ an der Stelle $t_m = (N-1)/2 \cdot 1/f_a$. Damit muß $h(t)$ an den Stellen $t = t_m + k \cdot 1/f_a$ mit $k = 0, \pm 1, \pm 2$ usw. interpoliert werden. k muß so lange inkrementiert bzw. dekrementiert werden, bis alle zur jeweiligen Interpolation verwendeten Stützwerte $h_1(n)$ den Wert Null aufweisen.

Aufgrund der Symmetrie der Impulsantwort muß im Prinzip nur eine Hälfte der Koeffizienten tatsächlich berechnet werden ($k \geq 0$).

Die Fourier-Transformation besitzt auch folgende Eigenschaft:

$$\sin(2\pi f_0 t) * h(t) \Leftrightarrow 1/(2i) * H(f-f_0) - 1/(2i) * H(f+f_0)$$

bzw.,

$$\cos(2\pi f_0 t) * h(t) \Leftrightarrow 1/2 * H(f-f_0) + 1/2 * H(f+f_0).$$

Dies gilt mit den bereits oben genannten Einschränkungen auch für abgetastete Signale und damit auch für digitale Filter, d.h. werden die Koeffizienten des Filters mit den Abtastwer-

ten einer Sinus- oder Cosinusfunktion der Frequenz f_0 multipliziert, so wird die ursprüngliche Frequenzcharakteristik um f_0 verschoben (z.B. wird so aus einem Tiefpaß ein Bandpaß). Damit können durch einfache Maßnahmen die Frequenzgänge digitaler Filter auch unter Echtzeitbedingungen verschoben und skaliert werden. Damit können z.B. Equalizer mit konstanter Gruppenlaufzeit (Autoradio, Fernsehgeräte, Stereoanlage, etc.) aus nichtrekursiven Filtern aufgebaut werden. Herkömmliche Equalizer sind aus rekursiven Filtern aufgebaut, die starke Laufzeitverzerrungen aufweisen.

Zwei Ausführungsformen der Erfindung werden im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes digitales Filter, bei dem alle Koeffizienten für die neue Filtercharakteristik zuerst komplett berechnet werden;

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Filter bei dem die Charakteristik des Filters ohne Zeitverzögerung geändert werden kann.

Bei beiden Varianten sind die festen Koeffizienten des Prototyps in einem Speicher 10 abgelegt und werden in der Regel während des Betriebs nicht verändert. Ist sichergestellt, daß die Koeffizienten niemals verändert werden, so kann ein kosteneffizienter ROM-Speicher verwendet werden, der es erlaubt, auch sehr umfangreiche Koeffizientensätze zu speichern.

Besteht die Möglichkeit, alle Koeffizienten des neuen Filters zuerst komplett zu berechnen, bevor sie zur Berechnung der Filterausgangswerte benutzt werden, so kann ein Interpolationspolynom mit einem höheren Grad verwendet werden. besitzt der Prototyp symmetrische Koeffizienten, so muß nur die Hälfte der Koeffizienten tatsächlich berechnet und gespeichert werden (sh. oben).

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines solchen Filters, bei dem die entsprechenden Koeffizientensätze vorab berechnet und bereitgestellt werden.

- 5 Es werden zwei RAM-Speicher 12, 14 verwendet: ein Speicher 12 enthält die aktuellen Filterkoeffizienten, der zweite Speicher 14 nimmt die neu berechneten Koeffizienten auf, falls eine veränderte Charakteristik angefordert wird. Sind alle neuen Koeffizienten verfügbar, tauschen die beiden Speicher
10 ihre Rolle. Wird bei symmetrischen, linearphasigen Filtern nur der halbe Koeffizientensatz berechnet und gespeichert, so muß diesem Umstand durch die entsprechende Berechnung der Speicheradresse Rechnung getragen werden.
- 15 Als Anwendungen kommen hier z.B. Klangsteller und Frequenzweichen in Betracht. Hier müssen immer dann neue Koeffizienten berechnet werden, wenn an der Bedienschnittstelle (Schieberegler, Drehknopf) Parameter verändert werden. Hier steht - gemessen an der Abtastfrequenz des Filters - viel
20 Zeit zur Verfügung, um die neuen Koeffizienten "off line" zu berechnen.

- Der Aufbau eines solchen Filters ist in Fig. 1 im einzelnen dargestellt. Wie bei allen digitalen Filtern wird ein Eingangssignal einer Filterberechnungseinheit 20 zugeführt, die
25 dieses Eingangssignal in ein Ausgangssignal umrechnet. Erfindungsgemäß sind jedoch die entsprechenden Koeffizienten für die Umrechnung hier nicht in der Filterberechnungseinheit festgelegt, vielmehr werden sie der Filterberechnungseinheit von außen zugeführt. Zur Ermittlung der entsprechenden Koeffizienten dient eine Koeffizientenberechnungseinheit 22. Diese steht mit dem bereits erwähnten Koeffizientenspeicher 10 für die Koeffizienten des Filterprototyps und mit einer Bedienerschnittstelle in Verbindung. Die Koeffizientenberechnungseinheit 22 führt die berechneten Koeffizienten abwechselnd einem der beiden Koeffizientenspeicher 12, 14 zu. Diese
30 stehen mit einem Wahlschalter 24 in Verbindung, der jeweils
- 35

einen Koeffizientensatz aus dem Koeffizientenspeicher 12 oder dem Koeffizientenspeicher 14 zur Filterberechnungseinheit 20 durchschaltet. Die Steuerung des Wahlschalters erfolgt über eine Steuereinheit 26, die wiederum von der Bedienerschnittstelle 16 angesteuert wird.

Soll eine möglichst einfache Methode der Interpolation eingesetzt werden (Halteglied oder lineare Interpolation), um z.B. laufend die benötigten Koeffizienten berechnen zu können, so kann die Anzahl N der Koeffizienten des Prototypen soweit erhöht werden, bis sichergestellt ist, daß die interpolierte Impulsantwort $h_2(n)$ den Anforderungen der jeweiligen Anwendung genügt. Hier werden keine Koeffizientenspeicher benötigt. Alle Anwendungen, bei denen es notwendig ist, daß die veränderte Charakteristik des Filters sofort wirksam werden muß, benötigen diese Variante.

Figur 2 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filters, bei der eine Anpassung der Koeffizienten in Echtzeit möglich ist. Hierbei muß lediglich eine ausreichend schnelle Koeffizientenberechnungseinheit bzw. ein entsprechend vereinfachter Algorithmus für die Berechnung der Koeffizienten verwendet werden. Koeffizientenspeicher und Koeffizientenspeicherauswahl entfallen dabei.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Berechnung der Koeffizienten eines nichtre-
kursiven, digitalen Filters zwecks Skalierung des Frequenz-
gangs dieses Filters von einer charakteristischen Frequenz
fc1 zu einer anderen charakteristischen Frequenz fc2,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Verfahrensschritte:

a) Es werden die Koeffizienten $h_1(n)$ eines Prototyps des
Filters für eine gegebene Abtastfrequenz f_{a1} vorgege-
ben
oder berechnet.

b) Es wird die zu diesem Prototypen gehörige zeitkonti-
nu-
ierliche Impulsantwort $h(t)$ berechnet.

c) Die Impulsantwort $h(t)$ wird mit der Abtastfrequenz
 f_{a2}
$$= f_{a1} \cdot \frac{f_{c1}}{f_{c2}}$$
 abgetastet, wobei sich die Koeffizienten
 $h_2(n)$ ergeben.

d) Das Filter wird mit dem neuen Koeffizienten $h_2(n)$ bei
 f_{a1} betrieben.

2. Verfahren zur Berechnung der Koeffizienten eines nichtre-
kursiven, digitalen Filters zwecks Skalierung des Frequenz-
gangs dieses Filters von einer charakteristischen Frequenz
fc1 zu einer anderen charakteristischen Frequenz fc2,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Verfahrensschritte:

a) Es werden die Koeffizienten $h_1(n)$ eines Prototyps des

Filters für eine gegebene Abtastfrequenz $fa1$ vorgegeben
ben
oder berechnet.

- 5 b) Aus den Koeffizienten $h1(n)$ werden die neuen Koeffizienten $h2(n)$ berechnet, indem die Werte der zeitkontinuierlichen Impulsantwort $h(t)$ im Abstand $1/fa2$ interpoliert werden, wobei $fa2 = fa1 \cdot \frac{fc1}{fc2} \dots$
- 10
- c) Das Filter wird mit dem neuen Koeffizienten $h2(n)$ bei $fa1$ betrieben.

- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß Polynome zur Interpolation verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
20 dadurch gekennzeichnet, daß lediglich Polynome vom Grad 0 bis 3 verwendet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß das zeitkontinuierliche Filter ausgehend von der zeitlichen Mitte abgetastet wird.
- 25
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß bei einem
30 Filter-Prototyp mit N Koeffizienten $h1(n)$ mit $n=0,1,\dots,N-1$ an den Stellen

$$t = \frac{N-1}{2 * fa1} + \frac{k}{fa2} \text{ mit } k = 0; + / -1; + / -2; \dots$$

10

interpoliert wird, wobei k so lange inkrementiert bzw. dekrementiert wird, bis alle zur jeweiligen Interpolation verwendeten Koeffizienten $h_1(n)$ den Wert 0 aufweisen.

5 7. Verfahren nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nur die Koeffizienten mit $k=0; +1; +2...$ berechnet werden, da die Koeffizienten mit negativem k den entsprechenden Koeffizienten mit positivem k entsprechen.

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die neuen Koeffizienten $h_2(n)$ mit den Abtastwerten einer Sinus- oder Cosinusfunktion einer Frequenz f_0 multipliziert werden.

15

9. Nichtrekursives digitales Filter, mit einer Filterberechnungseinheit (20), die aus einem Eingangssignal ein Ausgangssignal berechnet,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Filterberechnungseinheit (20) mit einer Koeffizientenberechnungseinheit (22) verbunden ist, die die Koeffizienten für die Filterberechnungseinheit (20) liefert, und die Koeffizientenberechnungseinheit mit einem Koeffizientenspeicher (10), einer Bedienerschnittstelle (16) und einer Steuereinheit (26)
25 verbunden ist.

10. Filter nach Anspruch 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen der Koeffizientenberechnungseinheit (22) und der Filterberechnungseinheit (20) ein oder mehrere weitere Koeffizientenspeicher (12,14) angeordnet sind.
30

11. Filter nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mehrere Koeffizientenspeicher (12,14) vorgesehen sind, und diese über einen Wahlschalter (24) mit der Filterberechnungseinheit (20) in Verbindung stehen.
35

1/1

FIG 1

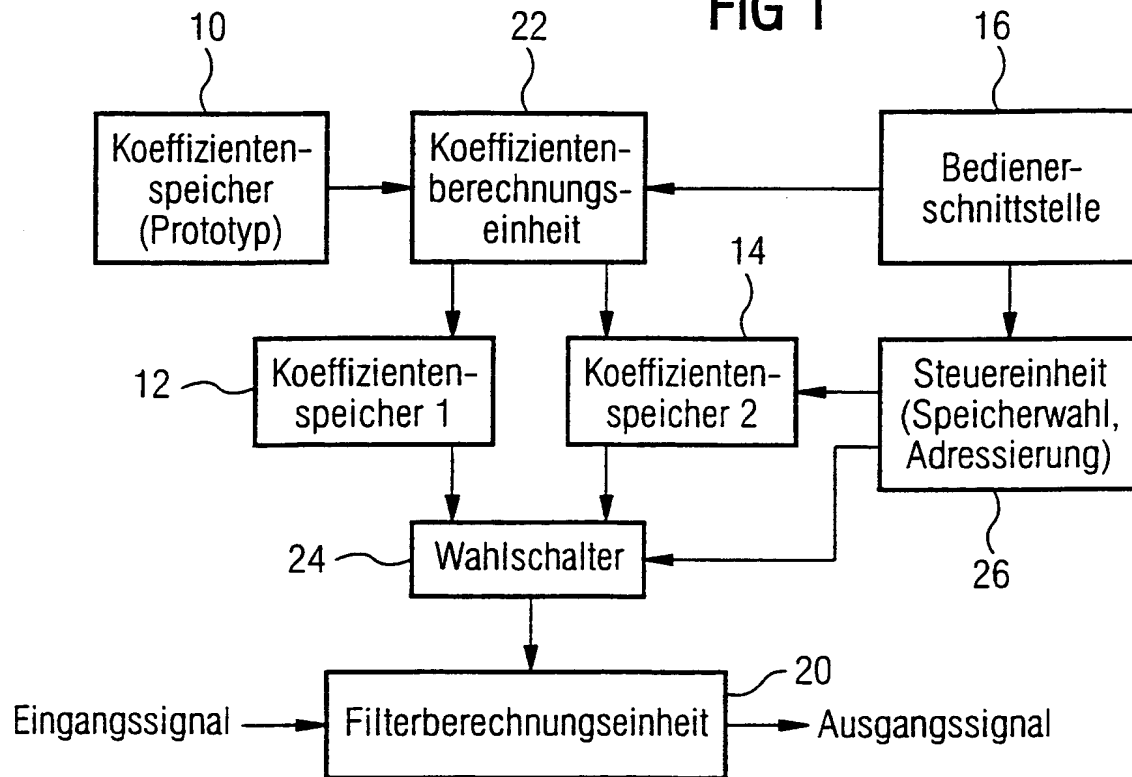
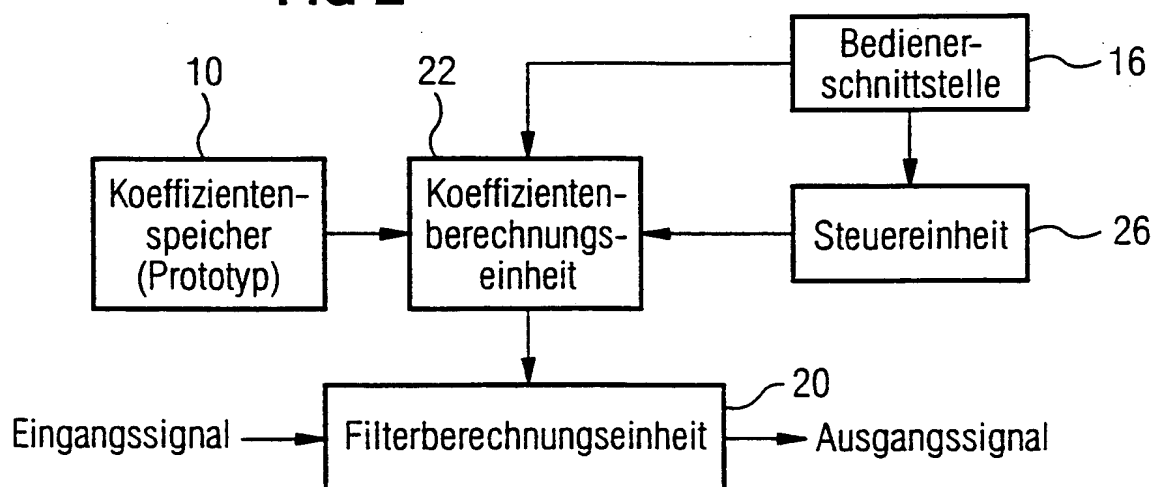


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/01878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03H17/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
------------	--	-----------------------

A	<p>SANGIL PARK: "REAL-TIME PITCH (FREQUENCY) SHIFTING TECHNIQUES" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS. (ICCE), US, NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 10, June 1991 (1991-06), page 296-297 XP000289043 ISBN: 0-7803-0001-7 page 296, column 2, line 27 -page 297, column 2, line 3</p> <p style="text-align: center;">--- -/--</p>	1,2
---	---	-----

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 November 1999

Date of mailing of the international search report

08/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coppieters, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/01878

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HSIEH S. HOU ET AL: "CUBIC SPLINES FOR IMAGE INTERPOLATION AND DIGITAL FILTERING" IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING., vol. 26, no. 6, December 1978 (1978-12), pages 508-517, XP002123955 IEEE INC. NEW YORK., US page 508, column 2, line 31 -page 510, column 2, line 10</p>	3,4
A	<p>EP 0 401 562 A (BLAUPUNKT WERKE GMBH) 12 December 1990 (1990-12-12) the whole document</p>	9-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Interr 1st Application No

PCT/DE 99/01878

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0401562 A	12-12-1990	DE 3918866 A	13-12-1990
		AT 142060 T	15-09-1996
		DE 59010464 D	02-10-1996
		JP 3026102 A	04-02-1991
		US 5119093 A	02-06-1992
<hr/>			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H03H17/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SANGIL PARK: "REAL-TIME PITCH (FREQUENCY) SHIFTING TECHNIQUES" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS. (ICCE), US, NEW YORK, IEEE, Bd. CONF. 10, Juni 1991 (1991-06), Seite 296-297 XP000289043 ISBN: 0-7803-0001-7 Seite 296, Spalte 2, Zeile 27 -Seite 297, Spalte 2, Zeile 3 --- -/--	1,2

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/12/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coppieters, C

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	HSIEH S. HOU ET AL: "CUBIC SPLINES FOR IMAGE INTERPOLATION AND DIGITAL FILTERING" IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING., Bd. 26, Nr. 6, Dezember 1978 (1978-12), Seiten 508-517, XP002123955 IEEE INC. NEW YORK., US Seite 508, Spalte 2, Zeile 31 -Seite 510, Spalte 2, Zeile 10 -----	3,4
A	EP 0 401 562 A (BLAUPUNKT WERKE GMBH) 12. Dezember 1990 (1990-12-12) das ganze Dokument -----	9-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01878

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0401562 A	12-12-1990	DE 3918866 A	13-12-1990
		AT 142060 T	15-09-1996
		DE 59010464 D	02-10-1996
		JP 3026102 A	04-02-1991
		US 5119093 A	02-06-1992



FIG 1

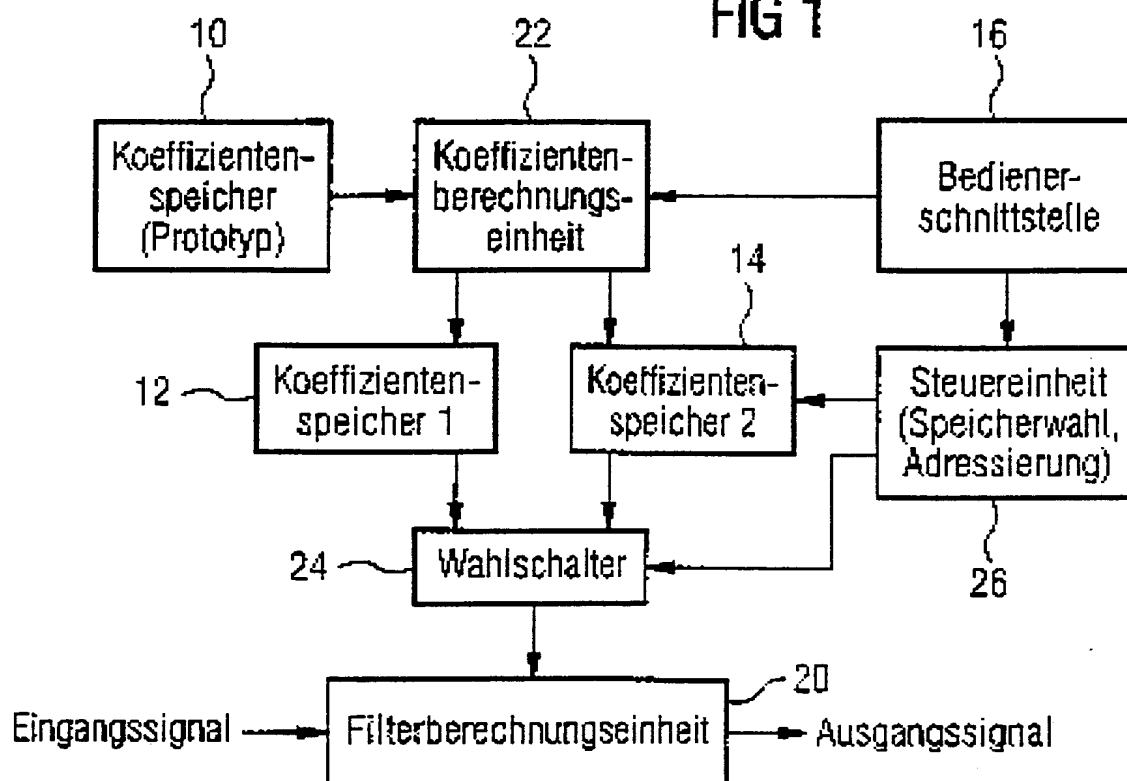


FIG 2

